



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 476 311 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **91113717.2**

(51) Int. Cl.⁵: **F24H 1/10**

(22) Date de dépôt: **16.08.91**

(30) Priorité: **28.08.90 FR 9010844**

(43) Date de publication de la demande:
25.03.92 Bulletin 92/13

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT

(71) Demandeur: **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains(FR)

(72) Inventeur: **De Stoutz, Jean**
Château de Larringes
F-74500 Evian-Les-Bains(FR)

(74) Mandataire: **Micheli & Cie**
Rue de Genève 122, Case Postale 61
CH-1226 Genève-Thonex(CH)

(54) Dispositif pour le chauffage de fluides par effet joule.

(57) L'invention concerne un dispositif de chauffage d'un fluide comportant un tuyau (1) dans lequel ce fluide circule. Ce tuyau (1) comporte au moins une portion rectiligne (1a) électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide. Ce dispositif comporte des brides

d'alimentation (4) se fixant de façon réglable le long de cette portion rectiligne (1a) de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau (1) en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation (4).

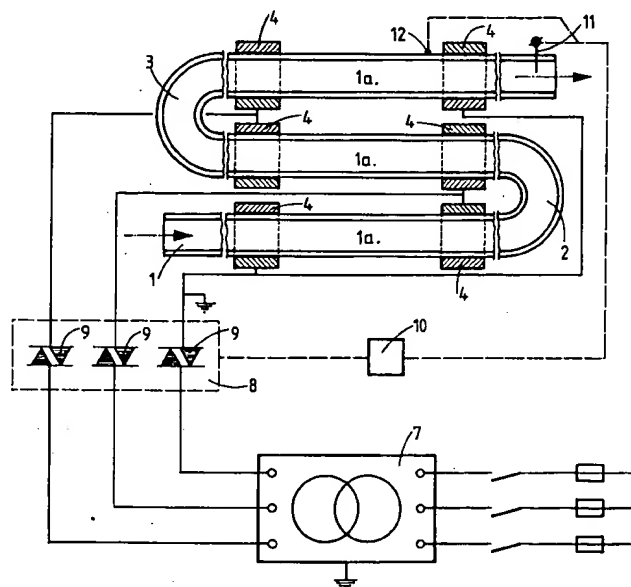


FIG. 1

EP 0 476 311 A1

La présente invention se rapporte au chauffage de fluides par effet Joule et concerne plus particulièrement un dispositif pour le chauffage d'un fluide circulant dans un tube chauffé par effet Joule.

Dans ces dispositifs de chauffage, c'est un courant électrique circulant dans le tube qui l'échauffe par effet Joule, et le tube chauffe le fluide, généralement un liquide ou un fluide pâteux qui y circule, par conduction et/ou rayonnement.

Un tel dispositif comprend un ensemble de tubes en un matériau thermiquement conducteur et de résistivité électrique déterminée, conformés en hélice, serpentin, ou comprenant des parties rectilignes reliées par des coudes.

Pour obtenir un chauffage homogène du fluide, il est désavantageux d'utiliser l'effet Joule dans la portion coudée du tube, car à cet emplacement son épaisseur n'est pas constante et les courants électriques ne se répartissent pas uniformément dans la section du tube provoquant un échauffement non homogène du tube et donc du fluide qui y circule.

Pour pallier à cet inconvénient, le document FR-A1-2632475 propose de court-circuiter les parties incurvées du tube pour ne faire passer le courant de chauffage que dans ses portions rectilignes.

Tous ces dispositifs présentent toutefois l'inconvénient de nécessiter des alimentations en courant électrique à régulation compliquée et agissant sur une grande plage de valeurs de courant, puisque c'est ce seul paramètre qui permet de régler la quantité d'énergie délivrée au fluide.

La présente invention a pour objet un dispositif de chauffage d'un fluide circulant dans une partie rectiligne de tube permettant une régulation simple de l'énergie délivrée et surtout de modifier pour une énergie transférée donnée la densité d'énergie délivrée par unité de surface du tube.

Ceci est particulièrement nécessaire pour le chauffage de fluides ou liquides thermosensibles tels que les liquides et pâtes alimentaires pour le traitement desquels toute surchauffe locale peut entraîner des dégradations organoleptiques notamment.

Le dispositif de chauffage d'un fluide comportant au moins une portion rectiligne de tube électriquement conducteur à l'intérieur de laquelle le fluide circule et qui est traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide est caractérisé par le fait qu'il comporte des brides d'amenée de courant sur cette portion rectiligne de tuyau déplaçables par rapport à celui-ci de manière à faire varier, pour un courant donné, la densité d'énergie dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides.

Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution du dispositif de chauffage selon l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement et en coupe un tuyau conducteur de l'électricité destiné à véhiculer un fluide muni de brides d'alimentation alimentées en courant électrique par un transformateur basse tension et un régulateur.

Les figures 2 et 3 sont des vues d'une bride d'alimentation.

Les figures 4, 5 et 6 illustrent une seconde forme d'exécution du dispositif de chauffage.

La figure 7 illustre la température du produit circulant dans le dispositif selon les figures 4 à 6.

La figure 8 illustre une variante du dispositif de chauffage illustré aux figures 1 à 3.

La figure 9 illustre un turbulateur en coupe.

Dans l'exemple illustré schématiquement à titre d'exemple, le dispositif de chauffage comporte un tuyau 1 servant à la circulation du fluide devant être chauffé. Ce tuyau est destiné à être relié à son extrémité amont à une alimentation dudit fluide et à son extrémité aval à un circuit d'utilisation ou de stockage de celui-ci.

Ce tuyau 1 présente au moins une portion rectiligne 1a, trois dans l'exemple illustré, constituée d'un matériau conducteur de l'électricité et présentant une résistivité déterminée, aussi homogène que possible.

Dans l'exemple illustré la totalité du tuyau 1 est en un matériau conducteur de l'électricité, mais selon une variante les coudes 2, 3 pourraient être réalisés en un matériau isolant de l'électricité.

Ce dispositif de chauffage par effet Joule comporte encore, pour chaque partie rectiligne 1a du tuyau 1, deux brides d'amenée de courant électrique 4. Chaque bride 4 est formée de deux demi-coquilles 4a, 4b enserrant le tuyau 1 et serrées l'une contre l'autre et contre ledit tuyau 1 à l'aide de vis ou de goujons et écrous 5, 6. Ces brides d'alimentation 4 peuvent ainsi être fixées sur le tube en n'importe quel endroit de ses portions rectilignes, ce qui permet de faire varier la distance entre deux brides fixées sur une même portion rectiligne et donc la résistance mesurée aux bornes de ces deux brides.

Ceci permet pour un courant d'alimentation donné, donc une puissance d'alimentation donnée de faire varier la puissance spécifique, c'est-à-dire la puissance par centimètre carré de surface d'échange entre le tuyau 1 et le fluide.

Ceci est très important, car il est dès lors possible de modifier cette puissance spécifique sans modifier la puissance totale du dispositif et donc son courant d'alimentation, en fonction des caractéristiques propres du liquide à traiter, et notamment d'éviter ainsi toute surchauffe locale du fluide.

Dans l'exemple illustré, chacune des trois paires de brides d'alimentation associées aux portions rectilignes de tuyaux est branchée sur une phase d'une alimentation triphasée. De plus, les bagues adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude 2, sont reliées électriquement.

L'alimentation électrique du dispositif de chauffage se fait à partir du réseau de distribution triphasé, par exemple par l'intermédiaire d'un transformateur basse tension 7 (39 Volts) et d'un interrupteur statique 8 à semi-conducteur tel que des thyristors commandés 9.

La commande de l'interrupteur à semi-conducteur est réalisée par un dispositif électronique comportant un régulateur 10 par exemple du type existant dans le commerce "Thermel-phonix 96 No 11877" dont la sortie commande la conduction ou l'arrêt du ou des thyristors par l'intermédiaire d'un modulateur d'allumage provoquant le changement d'état du thyristor uniquement aux passages à zéro du courant alternatif d'alimentation pour éviter toute surtension lors de la commutation.

Le régulateur 10 est piloté par le signal de sortie d'un détecteur de température 11 plongeant dans le courant du fluide en aval de la partie chauffante du tuyau 1.

L'alimentation du tuyau 1, et donc sa production de chaleur est commandée directement par la température du fluide, de façon très précise à quelques dixièmes de degré centigrade près.

La puissance électrique délivrée au tuyau 1 est réglée par tout ou rien et peut varier entre 0 et 100% suivant le temps de conduction des thyristors. Cette manière de faire permet d'obtenir une grande précision de la régulation de la température du fluide, d'éviter toute surchauffe de celui-ci et d'avoir un temps de réponse très bref.

Ce mode de régulation statique est décrit par exemple dans le brevet CH-A-649.827. Bien entendu tout autre alimentation régulée par la température désirée du fluide transporté peut être envisagée.

Dans l'exemple illustré, et pour éviter toute surchauffe dans une phase de démarrage du dispositif de chauffage, le régulateur 10 est commandé également par une sonde 12 mesurant la température de la paroi du tuyau 1.

L'alimentation pourrait bien entendu être monophasée. La tension est généralement maintenue en-dessous de 100 volts. Le tuyau est de préférence réalisé en acier inoxydable. Avec un tuyau d'un diamètre intérieur de 18mm et extérieur de 20mm et une alimentation de 32KW soit de 513 ampères sur 36,4 volts, on obtient pour une distance de 6mm entre deux brides d'alimentation une puissance spécifique de 12,1 W/cm².

On peut déterminer la forme optimale de la section du tuyau 1 pour obtenir un échauffement

homogène du fluide transporteur; cette section peut être ovoïde, ovale ou rectangulaire par exemple.

La surface du tuyau 1 en contact avec le fluide à chauffer peut comporter des fixations, ailettes, spirales, etc. pour favoriser la conduction de chaleur et la turbulence de l'écoulement toujours dans le but d'améliorer la conduction et de réaliser ainsi un chauffage aussi homogène que possible du fluide.

Pour pouvoir utiliser de forts ampérages, les brides d'alimentation 4 peuvent être munies de plaque de répartition permettant d'augmenter leur surface de contact avec le tuyau 1.

Lorsque le tuyau 1 comporte plusieurs parties rectilignes (1a) chacune de celles-ci est munie d'une paire de brides d'alimentation 4 branchées en série ou en parallèle sur une alimentation électrique.

On peut enfin prévoir de disposer le tuyau 1 dans un tube externe isolant ce qui permet de faire circuler le fluide à chauffer des deux côtés de la paroi du tuyau 1 et de réduire ainsi les pertes de chaleur dissipée.

Les principaux avantages et caractéristiques originaux du dispositif de chauffage selon l'invention sont :

- une montée en température quasi linéaire pour le produit.
- un chauffage haut flux pour les liquides, jusqu'à dix fois supérieur aux échanges conventionnels.
- une absence d'inertie thermique du système.
- un flux de chaleur constant dans le temps.
- un rendement énergétique supérieur à 95%.
- une maintenance très réduite.
- le respect des qualités organoleptiques et physico-chimiques des fluides traités, notamment des fluides alimentaires.
- un encrassement bien inférieur aux échangeurs traditionnels.

Dans la seconde forme d'exécution le dispositif de chauffage illustré aux figures 4 à 7 comporte pour chaque portion rectiligne de tuyau des sections de passage du fluide variable, obtenues par déformation mécanique des tuyaux, par exemple son écrasement du tuyau.

Dans l'exemple illustré la portion rectiligne 1a du tuyau comporte une section allant en diminuant de ses extrémités en direction de sa partie médiane. Aux extrémités de la portion 1a les sections 15 du tuyau sont circulaires, tandis qu'au centre de cette portion 1a la section est constituée pratiquement par une fente mince 16. Bien entendu, cette diminution de section provoque d'une part l'augmentation de la vitesse de circulation du fluide et la diminution de la qualité de fluide traité par unité de longueur du tuyau mais encore d'autre part, la

surface de chauffage restant la même, une augmentation de la quantité de chaleur transmise aux fluides par unité de masse de celui-ci.

On peut ainsi obtenir une montée en température du produit non plus linéaire mais telle qu'illustrée à la figure 7 (partie gauche de cette figure).

Dans cette exécution le dispositif de chauffage comporte une bride 4 à gauche au début de la portion rectiligne 1a et une seconde bride 4 au centre de cette portion rectiligne. Dans la seconde partie du tuyau, soit la partie aval du dispositif, le tuyau est baigné dans un fluide de refroidissement circulant dans une enceinte 17. De cette façon on obtient une descente de température du produit telle qu'illustrée à la figure 7, partie droite.

Ainsi, en maintenant l'énergie délivrée à une valeur constante et en modifiant la section du tuyau 1 il est possible d'ajuster la courbe de montée-descente de température du produit comme désiré; on peut notamment faire subir au produit un choc thermique de température élevée mais de durée très réduite.

Il faut encore noter que là où le produit subit ce pic de température, sa température est très homogène, la section du tuyau étant faible et l'écoulement étant rapide donc non laminaire.

Les figures 8 et 9 illustrent une variante du dispositif illustré aux figures 1 à 3 dans laquelle un turbulateur 20 est monté dans le tuyau 1 dans la partie amont de chaque portion rectiligne 1a.

De cette façon on réalise, entre chaque zone de chauffage située entre deux brides 4 d'une portion rectiligne 1a, une homogénéisation de la température du produit par un brassage de celui-ci.

Ces turbulateurs 20 peuvent être statiques et comportent des chicanes 21, par exemple en forme d'hélice à l'intérieur du tuyau formant un brassage du produit. Toute sorte de chicanes ou ailettes peuvent être envisagées pour obtenir ce brassage.

Revendications

1. Dispositif de chauffage d'un fluide comportant un tuyau dans lequel ce fluide circule, ce tuyau comportant au moins une portion rectiligne (1a) électriquement conductrice traversée par un courant électrique provoquant son échauffement par effet Joule et par suite l'échauffement du fluide, caractérisé par le fait qu'il comporte des brides d'alimentation (4) se fixant de façon réglable le long de cette portion rectiligne (1a) de manière à pouvoir faire varier, pour une puissance d'alimentation donnée, la puissance spécifique dissipée par le tuyau en fonction de la distance séparant ces brides d'alimentation (4).
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte deux moitiés (4a,4b) enserrant le tuyau et fixées l'une à l'autre et contre le tuyau par des moyens de serrage (5).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé par le fait que chaque bride d'alimentation (4) comporte une plaque de distribution augmentant sa surface de contact avec la surface du tuyau.
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les brides (4) adjacentes de deux paires voisines, situées de part et d'autre d'un coude (2) du tuyau, sont reliées électriquement l'une à l'autre.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte trois portions rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée sur l'une des phases d'une alimentation triphasée (7,8,9).
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux parties rectilignes (1a) de tuyau, chacune étant munie d'une paire de brides d'alimentation (4) branchée en série ou en parallèle sur une alimentation électrique (7).
7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait que l'alimentation électrique (7) est une alimentation basse tension (inférieure à 100 volts).
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comporte une régulation par tout ou rien de l'alimentation des brides (4) commandée par un régulateur (10) piloté par une sonde (11) détectant la température du fluide.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé par le fait qu'il comporte une deuxième sonde (12) de température détectant la température du tuyau et pilotant également le régulateur (10).
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte une enceinte étanche autour du tuyau servant également au transport du fluide.
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la section du tuyau le long de sa ou ses portions rectilignes

(1a) est variable tandis que la surface interne de contact avec le produit reste constante.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne (1a) comporte une section circulaire à ses extrémités et une section en forme de fente dans sa partie médiane obtenue par un écrasement progressif de ses extrémités en direction de sa partie centrale. 5 10
13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que chaque portion rectiligne comporte une bride (4) à une extrémité et une seconde bride (4) dans sa partie centrale de sorte que seule une moitié de la partie rectiligne conduit un courant électrique de chauffage. 15
14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé par le fait que la seconde moitié de la partie rectiligne (1a), ne conduisant pas de courant électrique, est refroidie par un échangeur de chaleur. 20 25
15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comporte, entre deux portions rectilignes (1a), un turbulateur provoquant une homogénéisation de la température du produit traité. 30

35

40

45

50

55

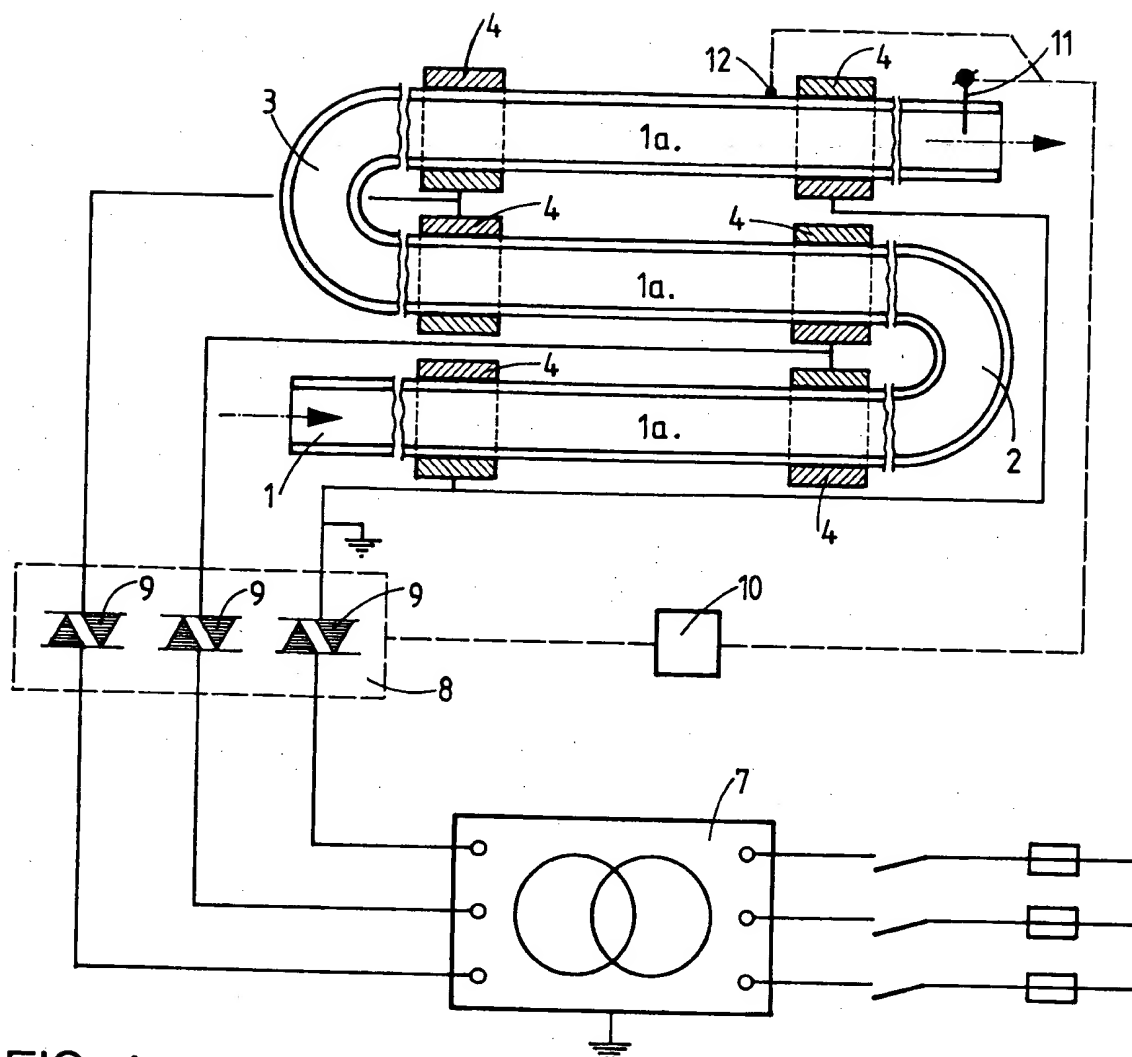


FIG. 1

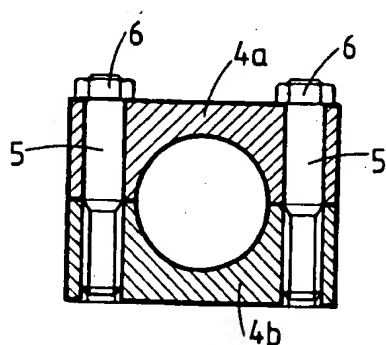


FIG. 2

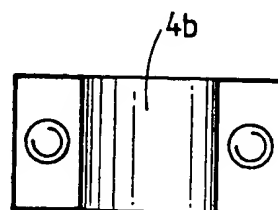


FIG. 3

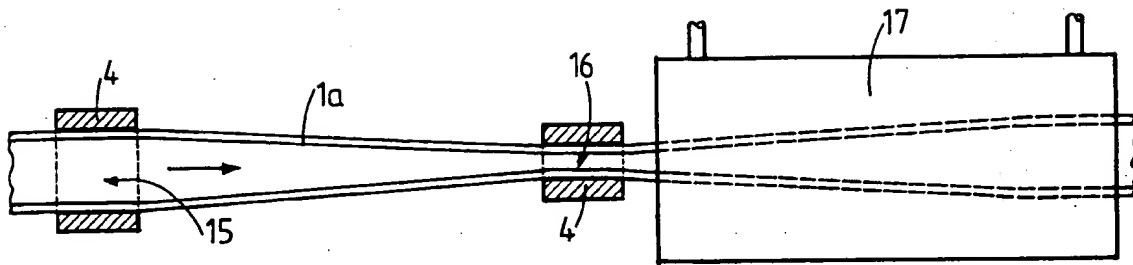


FIG. 4

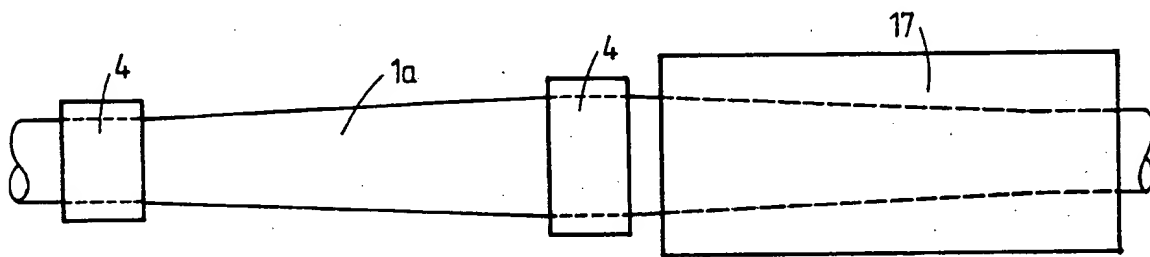


FIG. 5

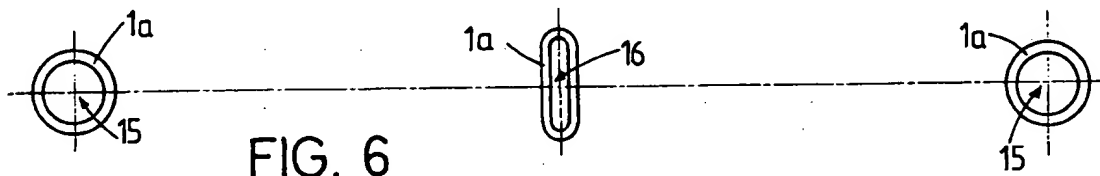


FIG. 6

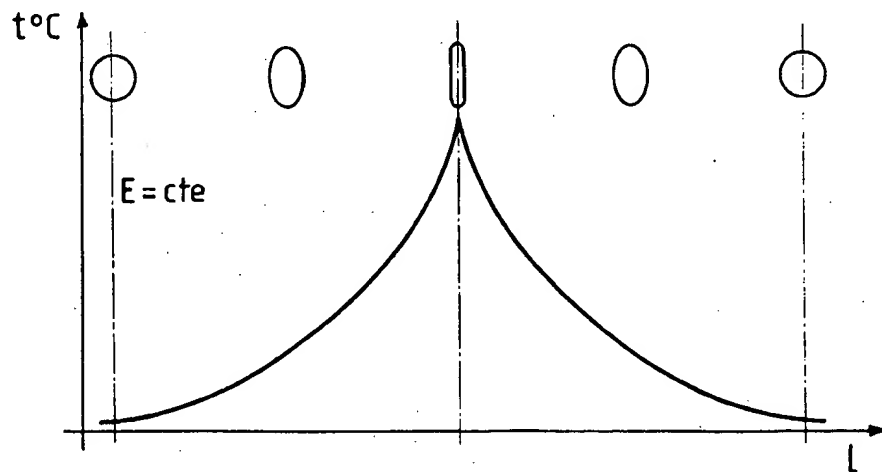


FIG. 7

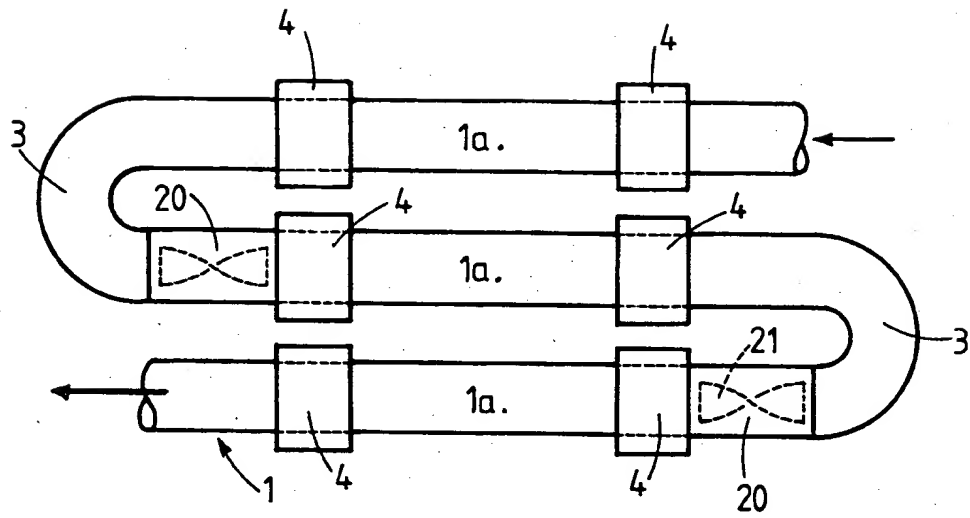


FIG. 8

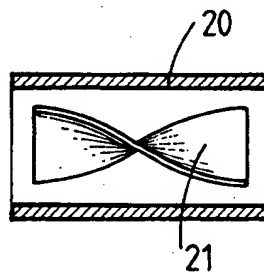


FIG. 9



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 91 11 3717

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	GB-A-609 391 (TILLS) * le document en entier ** ---	1,2,7	F 24 H 1/10
A	GB-A-1 168 770 (TEXAS INSTRUMENTS) * figures ** ---	1	
A	DE-C-270 721 (DE KOK) * figures ** ---	1,2	
A	DE-A-2 355 987 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG) * revendication 1; figures ** -----	1	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		20 novembre 91	VAN GESTEL H.M.
<div><div>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention</div><div>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant</div></div>			

THIS PAGE BLANK (USPTO)